

L'impact du dérèglement climatique sur la ressource en eau en France et dans les Pays de la Loire



florence.habets@ens.fr

Directrice de recherche CNRS, Professeure attachée à l'ENS

2. Comment le dérèglement climatique impacte la ressource en eau ?

Augmentation des concentrations en gaz à effet de serre



Augmentation de l'énergie reçue par la planète

2. Comment le dérèglement climatique impacte la ressource en eau ?

Augmentation des concentrations en gaz à effet de serre



Augmentation de l'énergie reçue par la planète

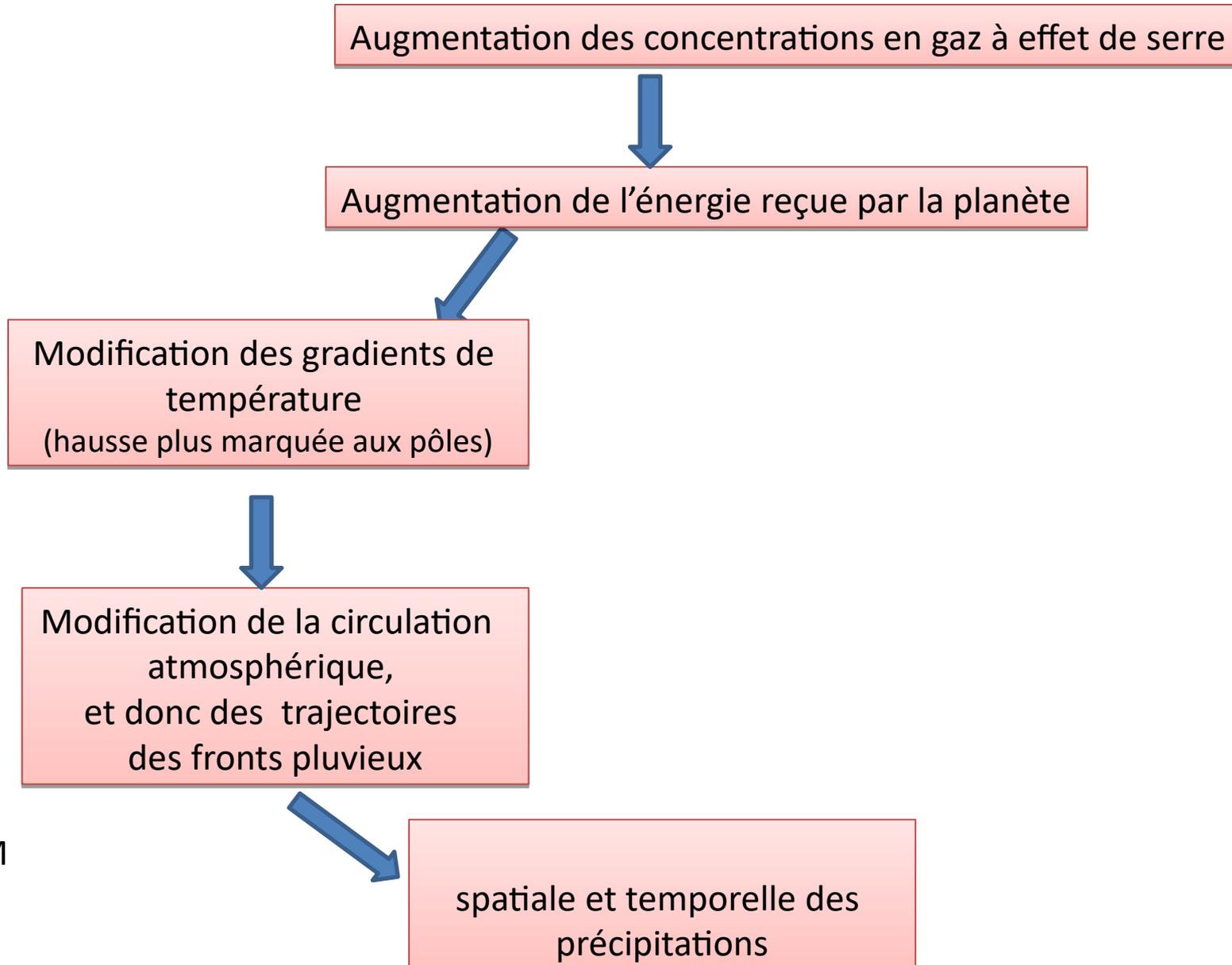


Modification des gradients de température
(hausse plus marquée aux pôles)

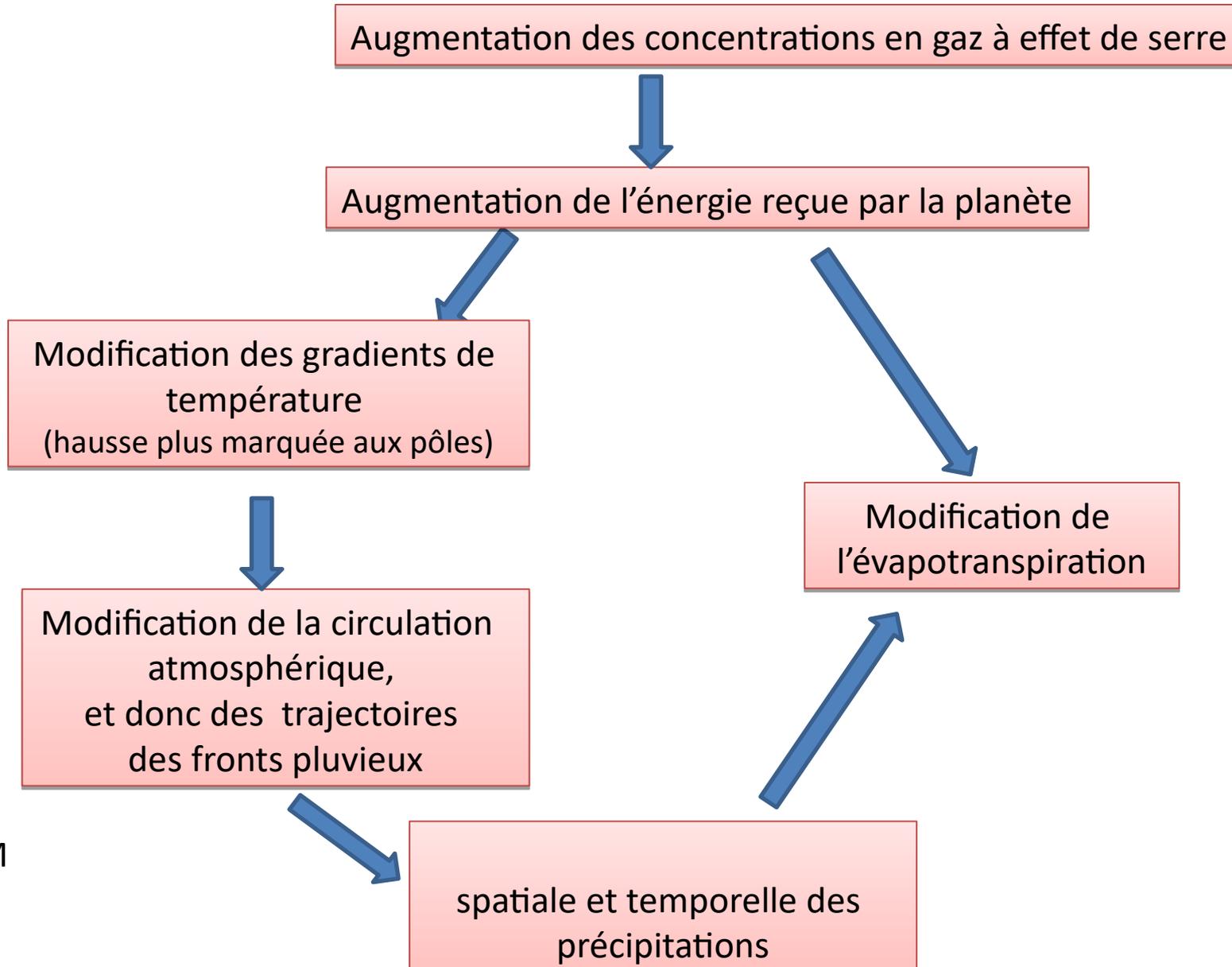


Modification de la circulation atmosphérique,
et donc des trajectoires des fronts pluvieux

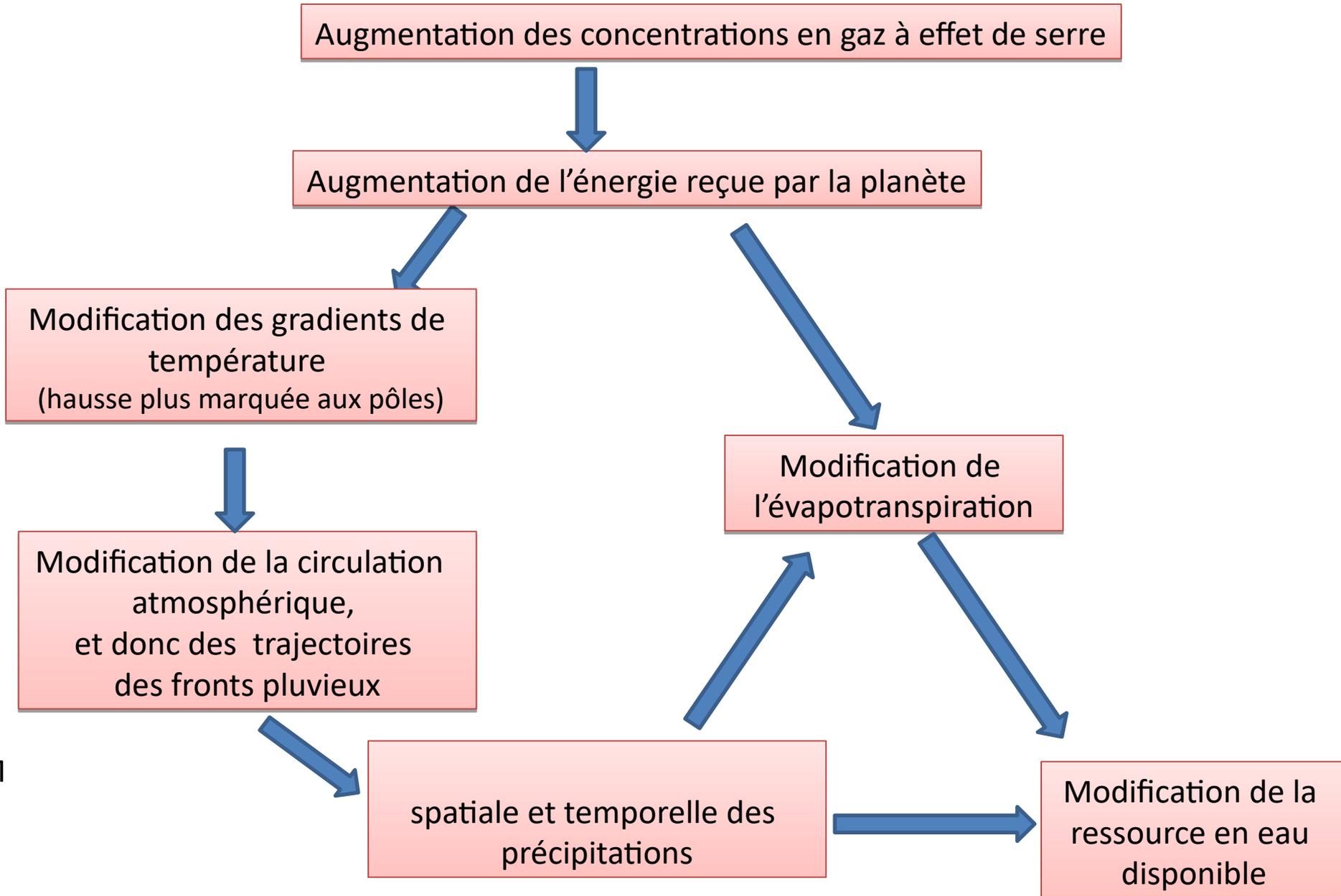
2. Comment le dérèglement climatique impacte la ressource en eau ?



2. Comment le dérèglement climatique impacte la ressource en eau ?



2. Comment le dérèglement climatique impacte la ressource en eau ?



2. Comment le dérèglement climatique impacte la ressource en eau ?

Un air chaud peut contenir plus d'eau (Clausius Clapeyron):
→ 7% d'eau en plus pour une hausse de 1 °C



- ❑ Plus de précipitations extrêmes → risque de crue
- ❑ Moins d'événements pluvieux... → risque de sécheresse

2. Comment le dérèglement climatique impacte la ressource en eau ?

Un air chaud peut contenir plus d'eau (Clausius Clapeyron):
→ 7% d'eau en plus pour une hausse de 1 °C



- ❑ Plus de précipitations extrêmes → risque de crue
- ❑ Moins d'événements pluvieux... → risque de sécheresse

Exemple dans les Cévennes: +22 %
d'intensité moyenne des précipitations
extrêmes en 50 ans (Ribes et a., 2017)

2. Comment le dérèglement climatique impacte la ressource en eau ?

Un air chaud peut contenir plus d'eau (Clausius Clapeyron):
→ 7% d'eau en plus pour une hausse de 1 °C



Là, où ce n'est pas possible
du fait de la circulation
atmosphérique:

- Baisse de l'humidité relative
- Augmentation de la demande évaporative
- Plus de sécheresse

- Plus de précipitations extrêmes → risque de crue
- Moins d'événements pluvieux... → risque de sécheresse

Exemple dans les Cévennes: +22 %
d'intensité moyenne des précipitations
extrêmes en 50 ans (Ribes et a., 2017)_

2. Comment le dérèglement climatique impacte la ressource en eau ?

Un air chaud peut contenir plus d'eau (Clausius Clapeyron):
→ 7% d'eau en plus pour une hausse de 1 °C



Là, où ce n'est pas possible du fait de la circulation atmosphérique:

- Baisse de l'humidité relative
- Augmentation de la demande évaporative
- Plus de sécheresse

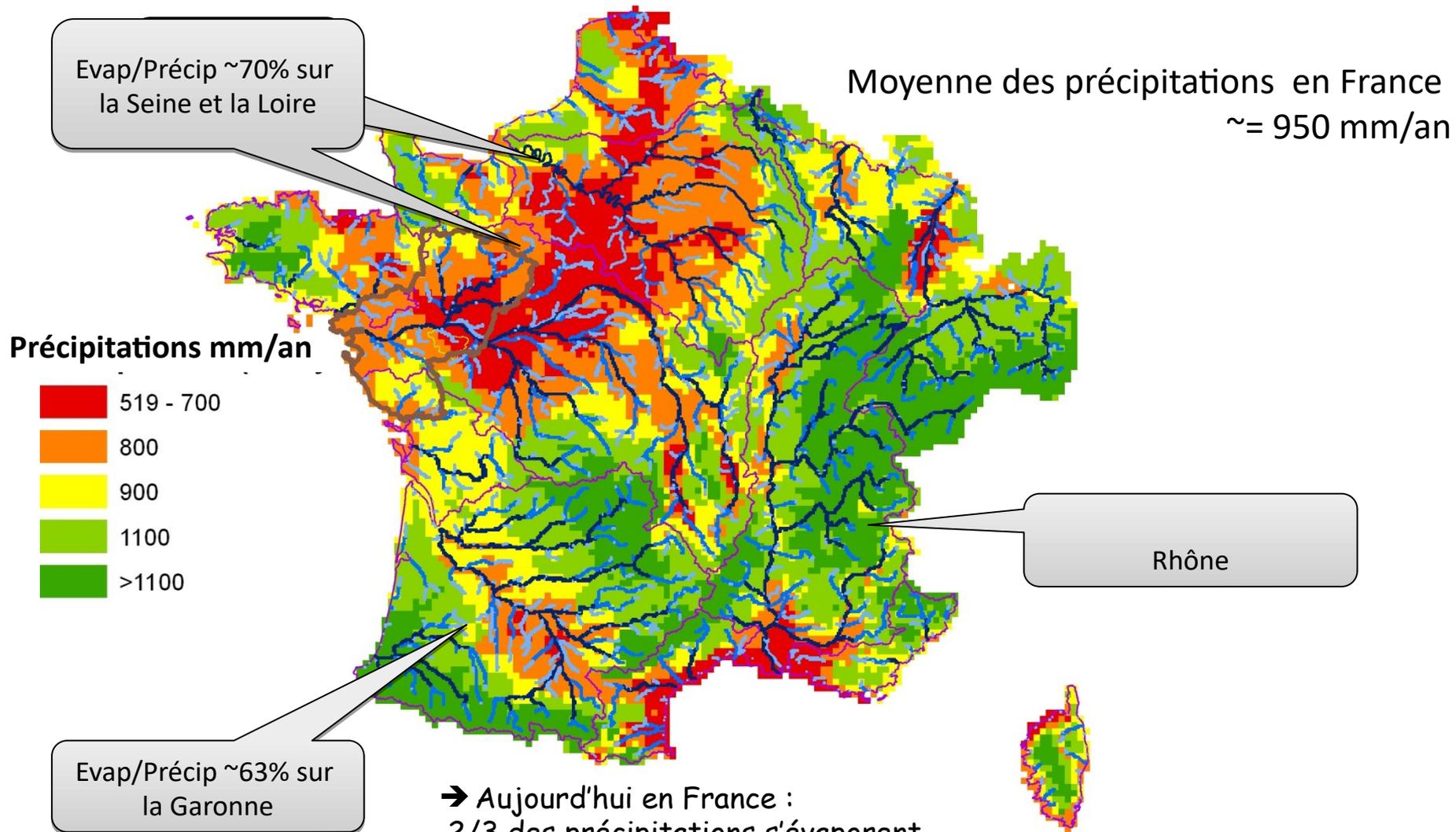
Exemple en région parisienne: -baisse de l'humidité relative de 1.24% par décennie depuis 1979 (Ringard et al., 2019)

- Plus de précipitations extrêmes → risque de crue
- Moins d'événements pluvieux... → risque de sécheresse

Exemple dans les Cévennes: +22 % d'intensité moyenne des précipitations extrêmes en 50 ans (Ribes et a., 2017)_

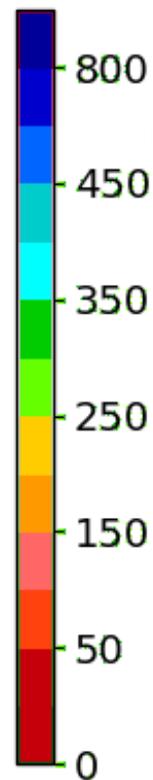
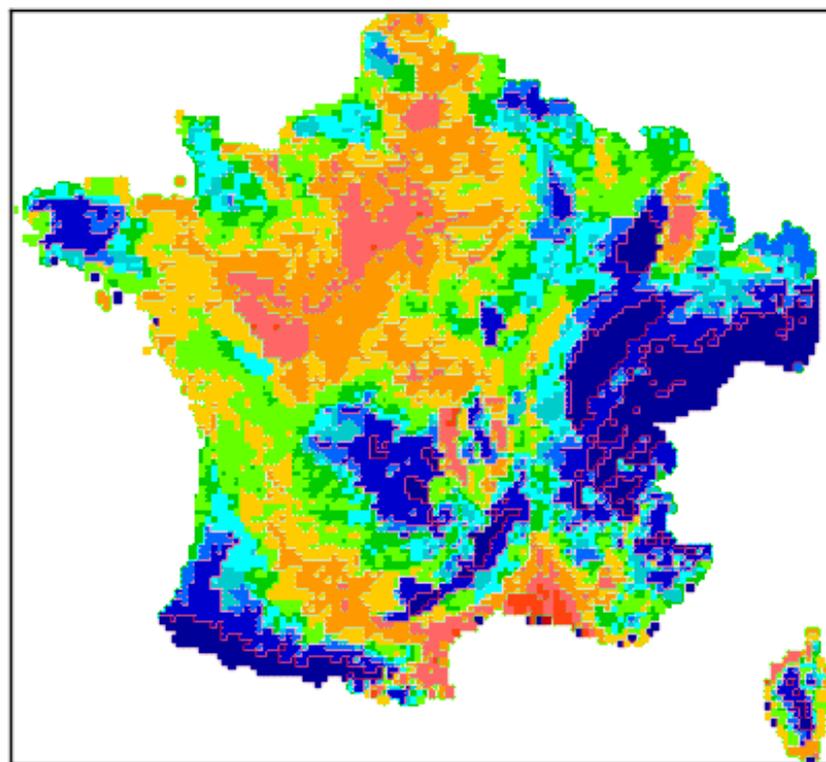
La ressource actuellement en France

Répartition spatiale des précipitations en France SAFRAN (1970-2000)



→ Aujourd'hui en France :
2/3 des précipitations s'évaporent
1/3 des précipitations contribuent aux débits
des rivières et à l'alimentation des nappes

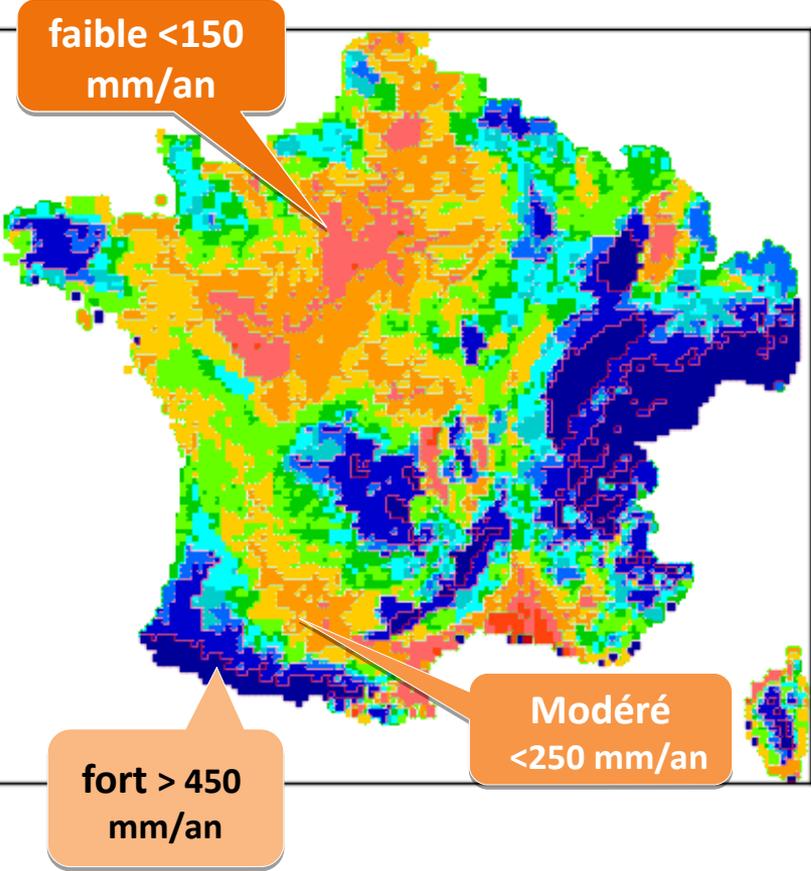
La ressource actuellement en France



**Moyenne des écoulements en France
de 1958 à 2018 ~ 390mm/m²/an**
(Lemoigne et al., soumis à GMD)

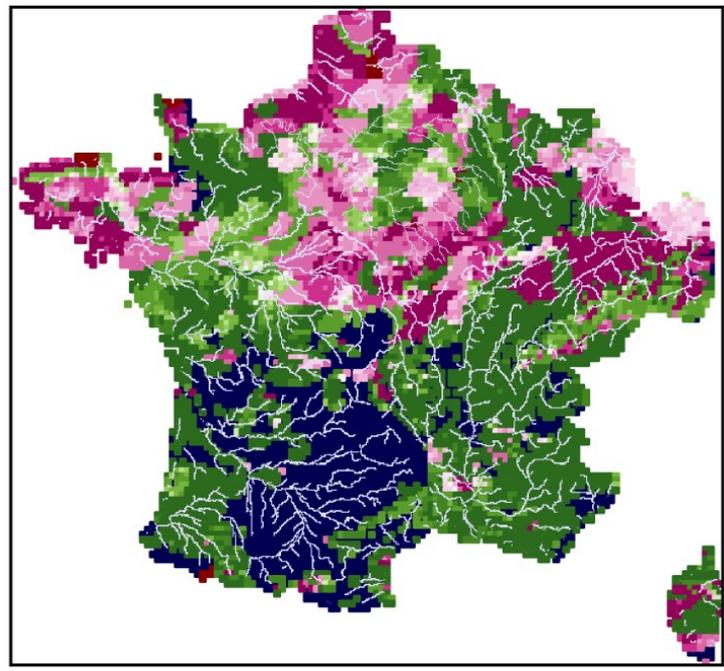
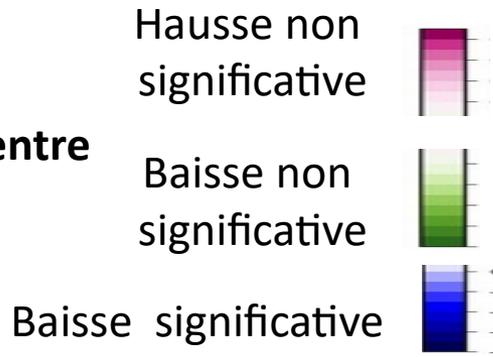
%

La ressource actuellement en France

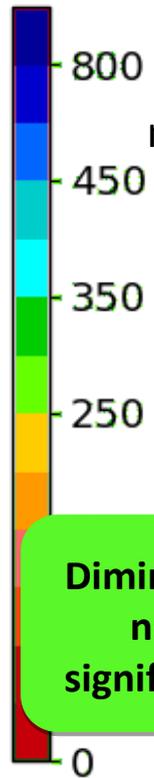
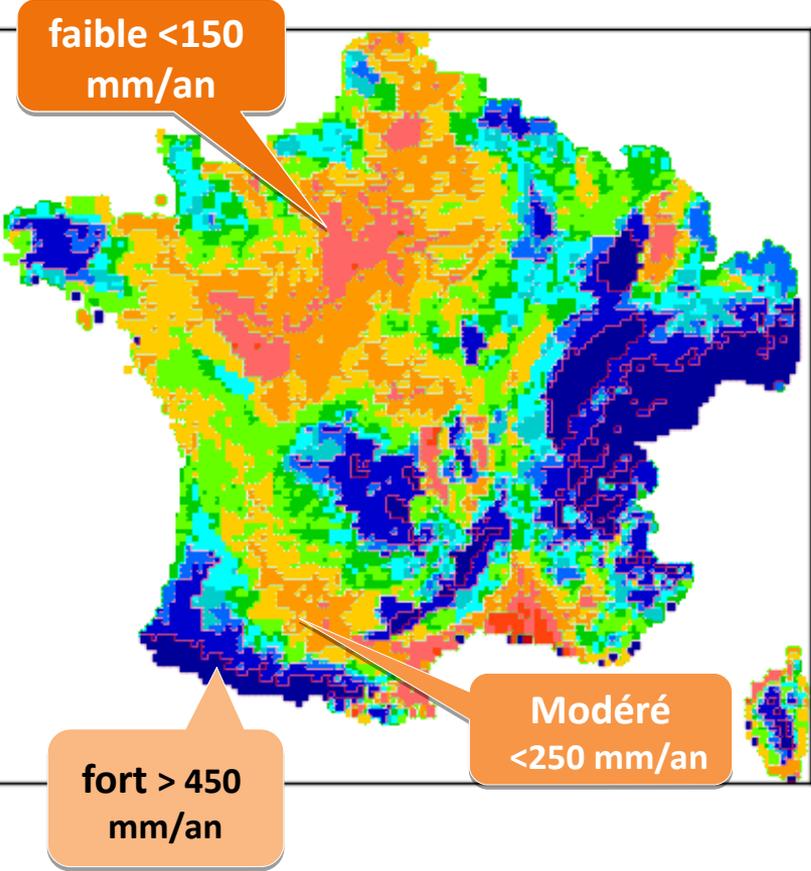


Moyenne des écoulements en France de 1958 à 2018 ~ 390mm/m²/an (Lemoigne et al., soumis à GMD)

Evolution des écoulements entre 1958 à 2018

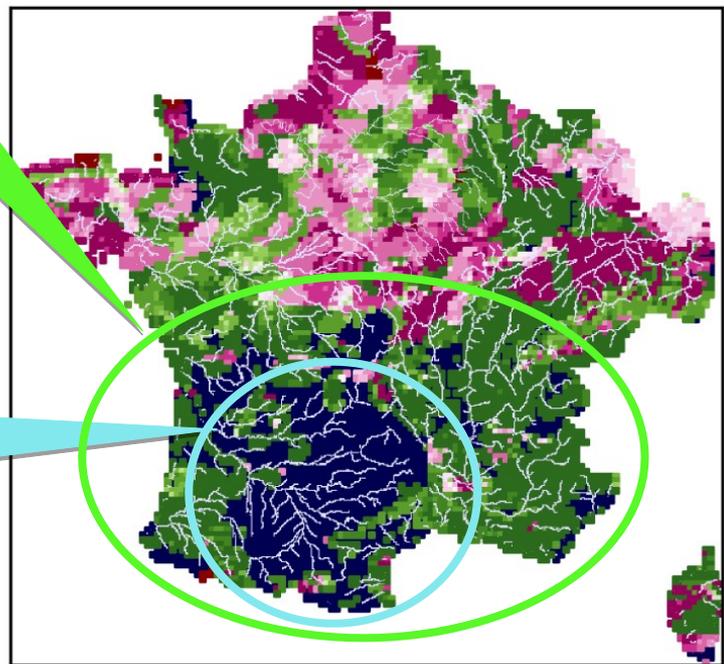
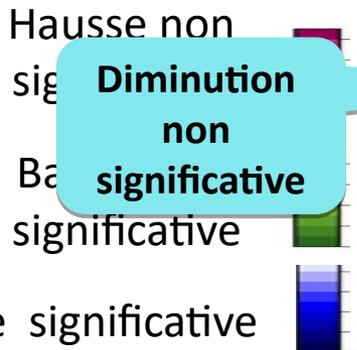


La ressource actuellement en France



Moyenne des écoulements en France de 1958 à 2018 ~ 390mm/m²/an (Lemoigne et al., soumis à GMD)

Evolution des écoulements entre 1958 à 2018



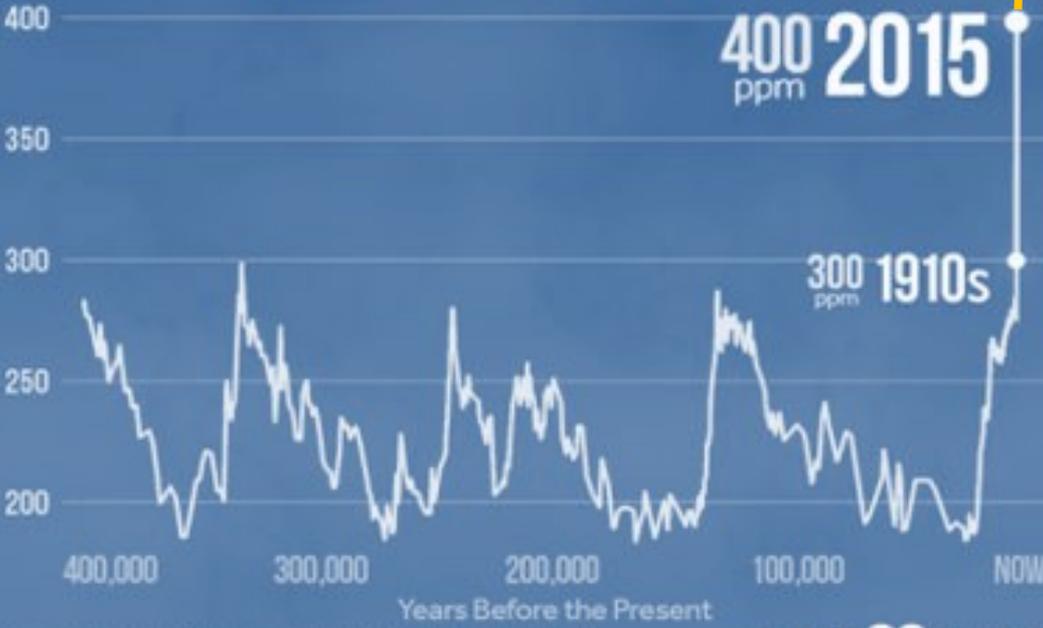
3. Projections climatiques: scénario d'évolution des gaz à effet de serre



3. Projections climatiques: scénario d'évolution des gaz à effet de serre

+4.5° en France
➔ +9° en Juillet

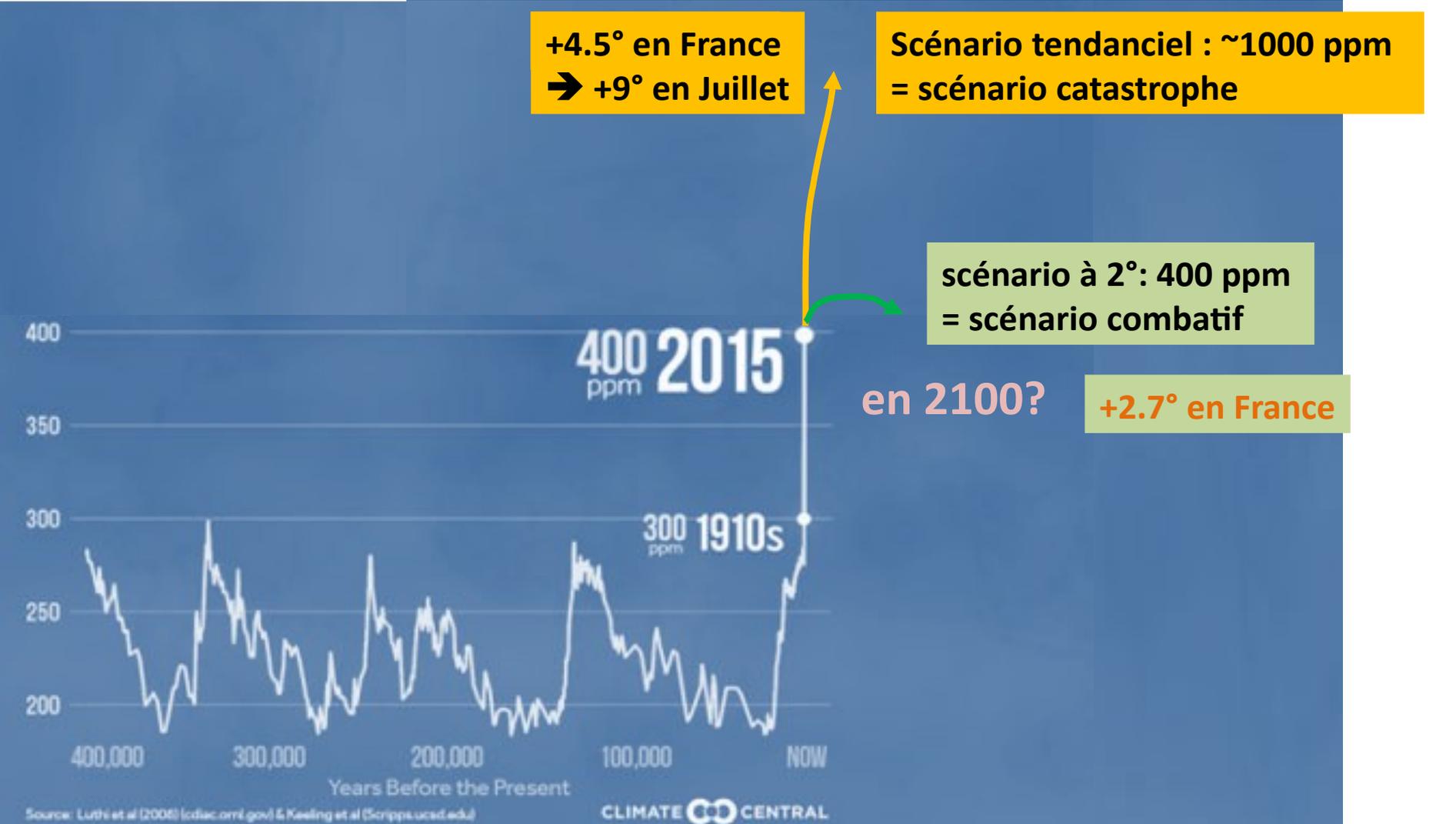
Scénario tendanciel : ~1000 ppm
= scénario catastrophe



en 2100?

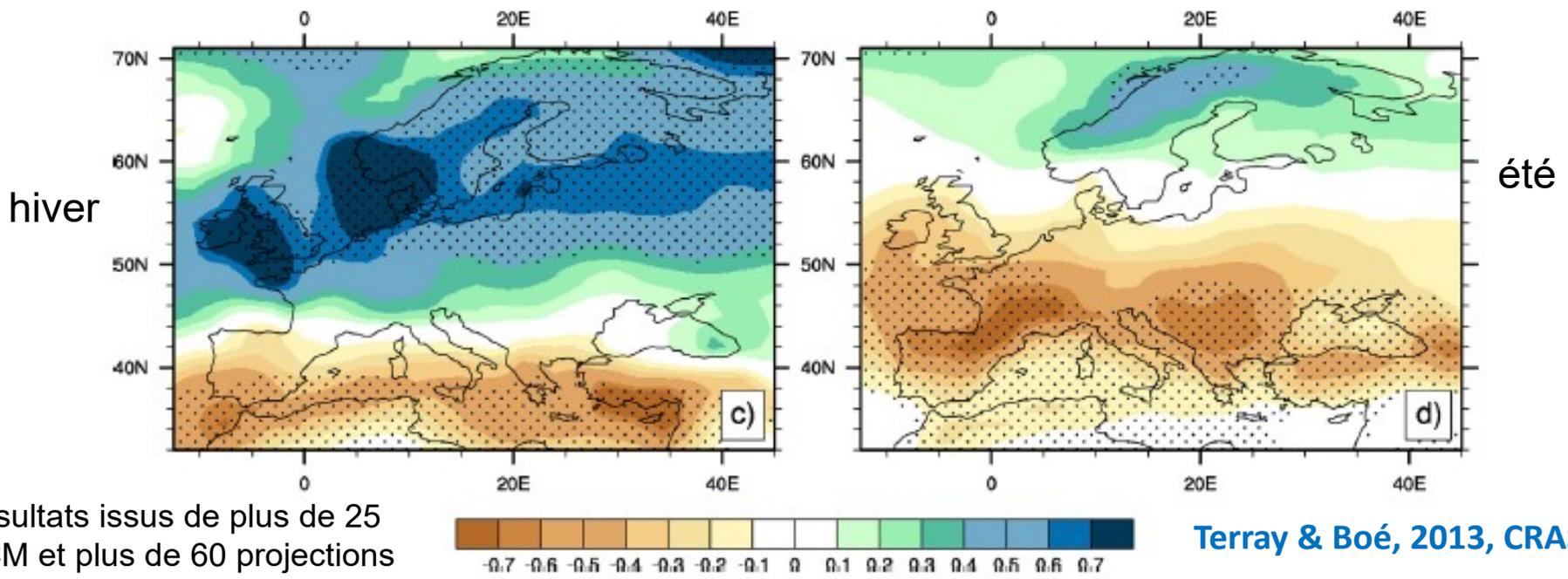
Source: Luthi et al (2008) (cdiac.ornl.gov) & Keeling et al (Scripps.ucsd.edu)

3. Projections climatiques: scénario d'évolution des gaz à effet de serre



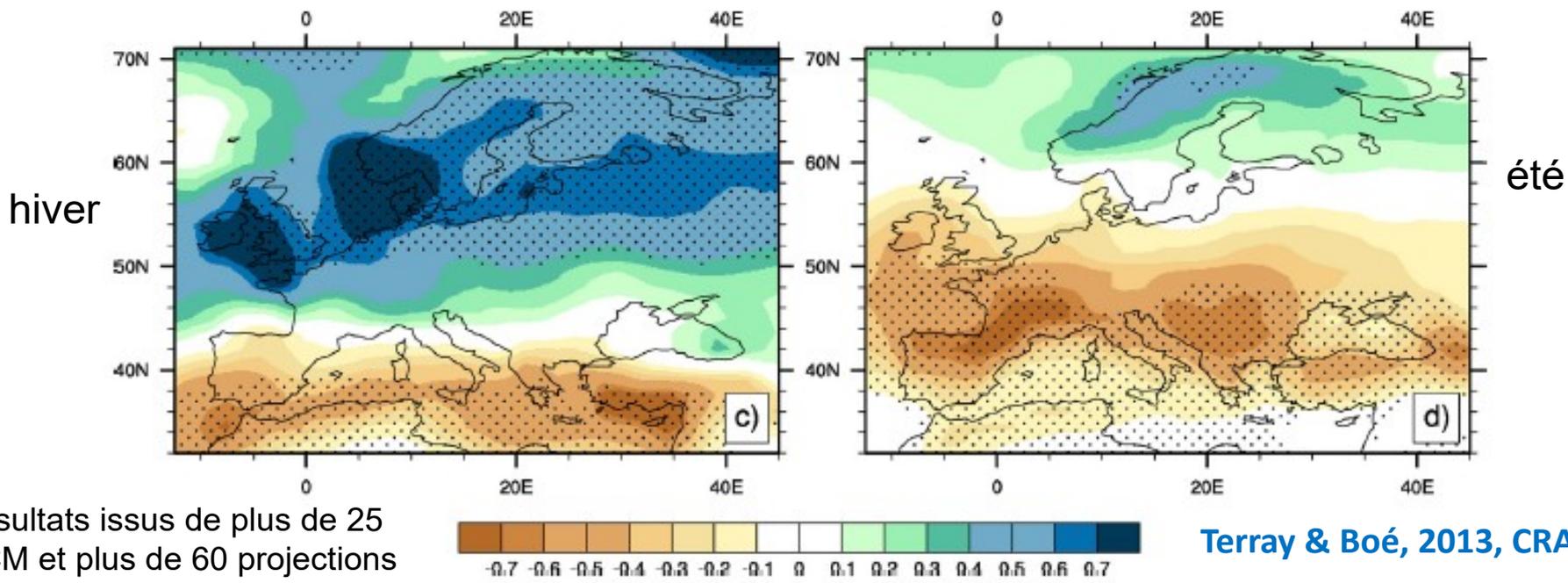
3. Projections climatiques en France

Evolution des précipitations à l'horizon 2100

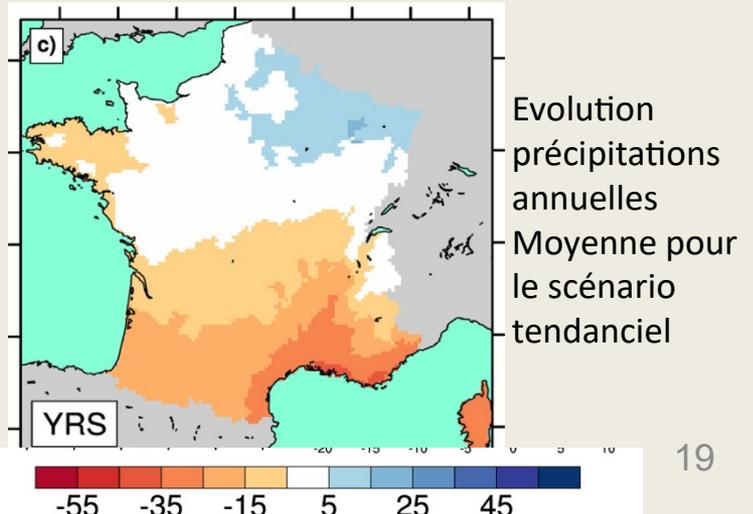


3. Projections climatiques en France

Evolution des précipitations à l'horizon 2100

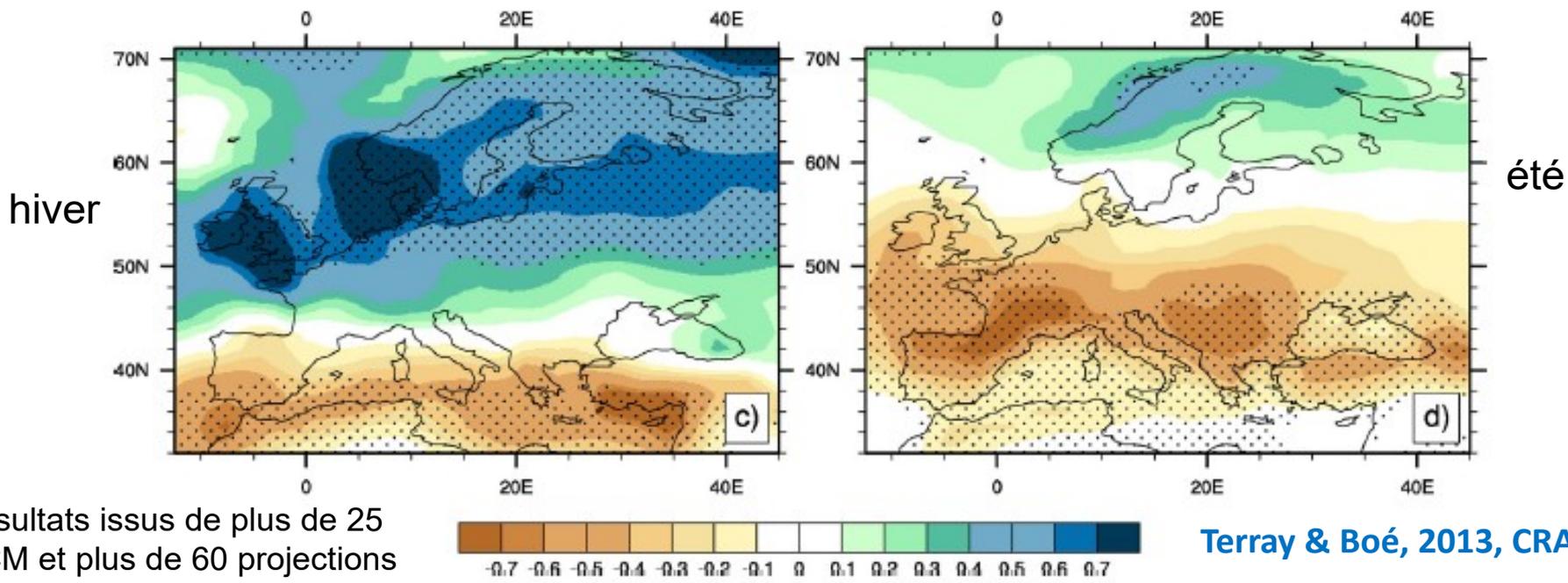


- Après régionalisation :
En France
- Scénario tendanciel +2% à -15%
 - Scénario à 2°: de -2 à +5 %



3. Projections climatiques en France

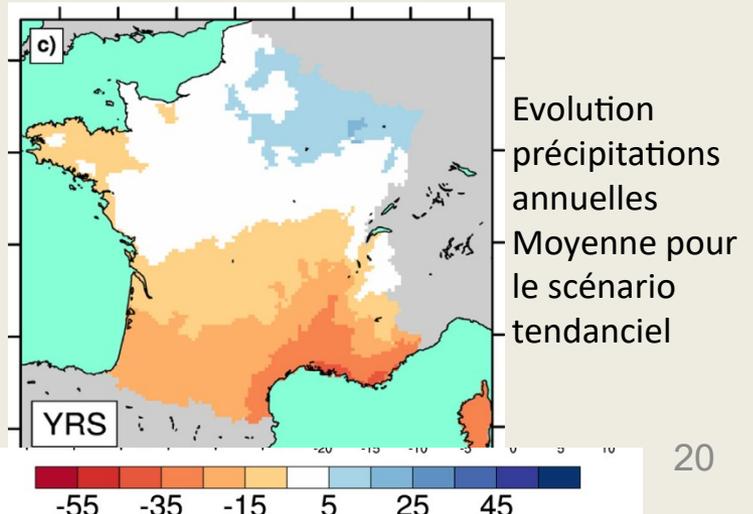
Evolution des précipitations à l'horizon 2100



Après régionalisation :
En France

- Scénario tendanciel +2% à -15%
- Scénario à 2°: de -2 à +5 %

➔ Peu de changement annuel sur les Pays de la Loire, mais, fort impact saisonnier



Dayon et al, CRAS, 2018

3. Projections climatiques en France

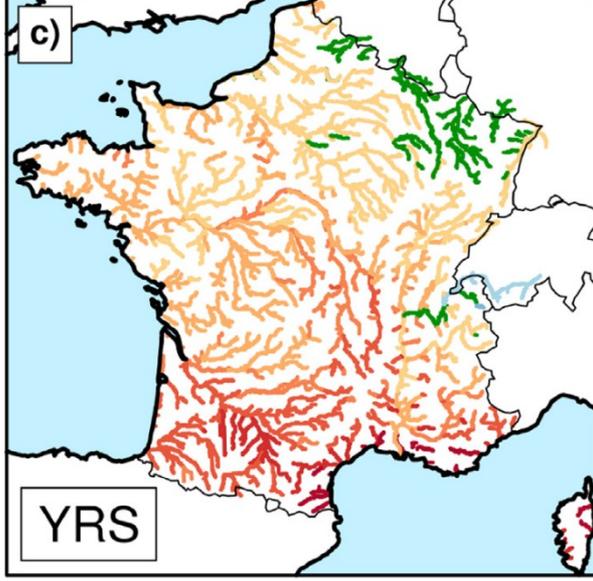
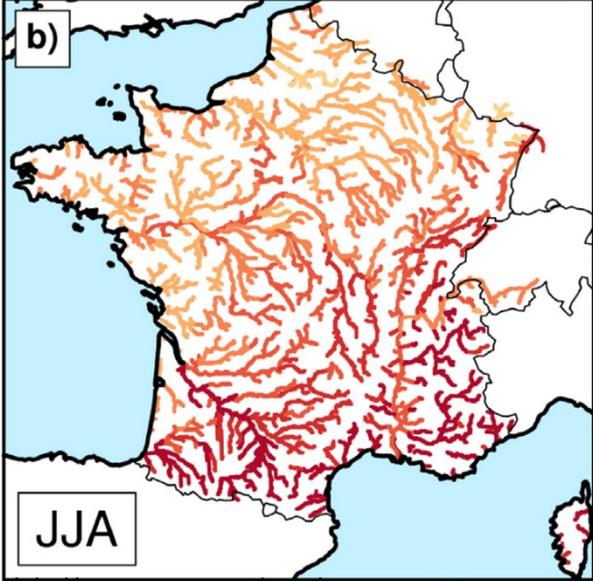
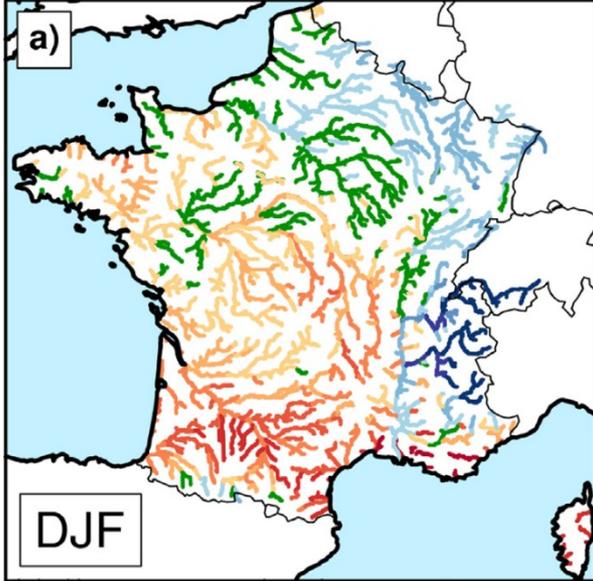
Evolution des Débits (en %)

Scénario tendanciel Horizon 2070-2100

Hiver

Été

Débits annuels



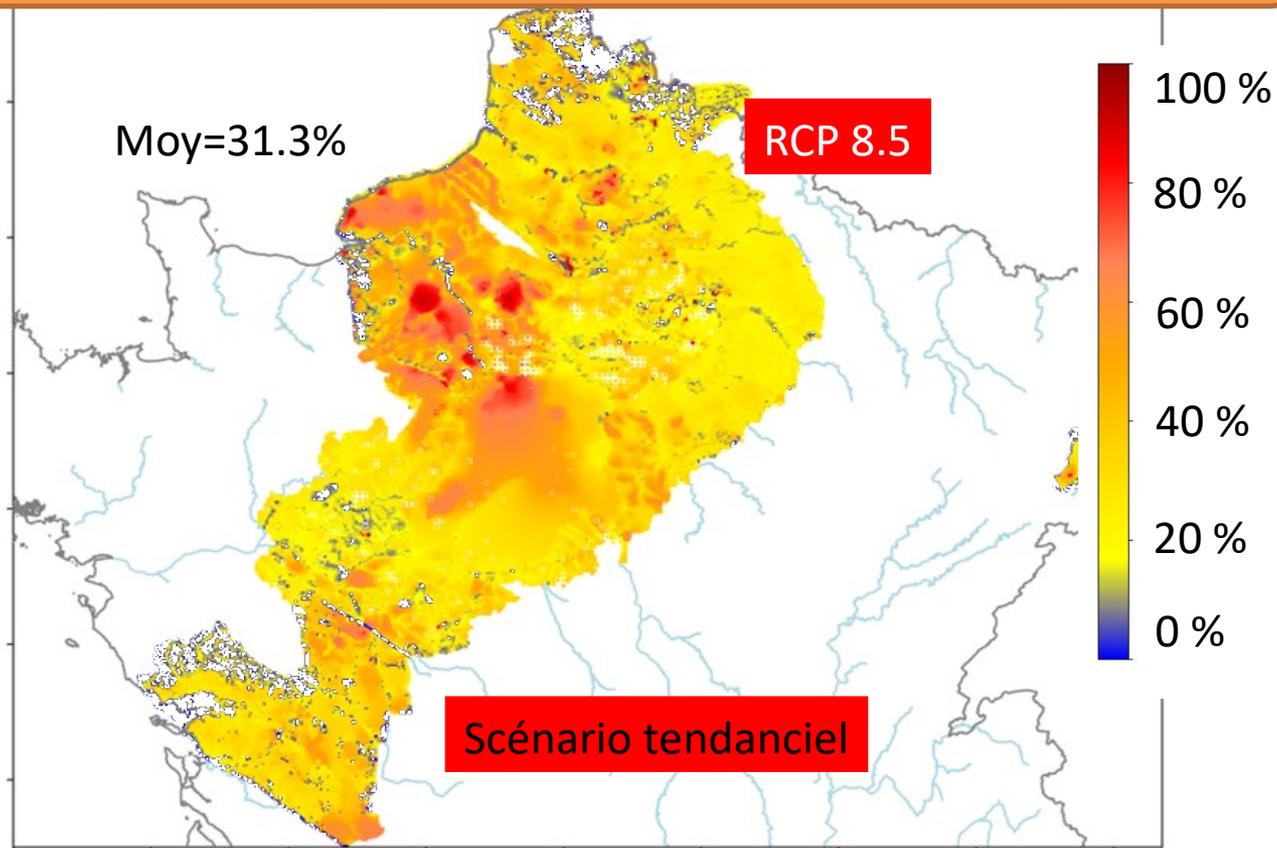
← Diminution des débits

Diminution marquée des débits dans les Pays de la Loire, en été et en annuel, relative stabilité en hiver

3. Projections climatiques en France

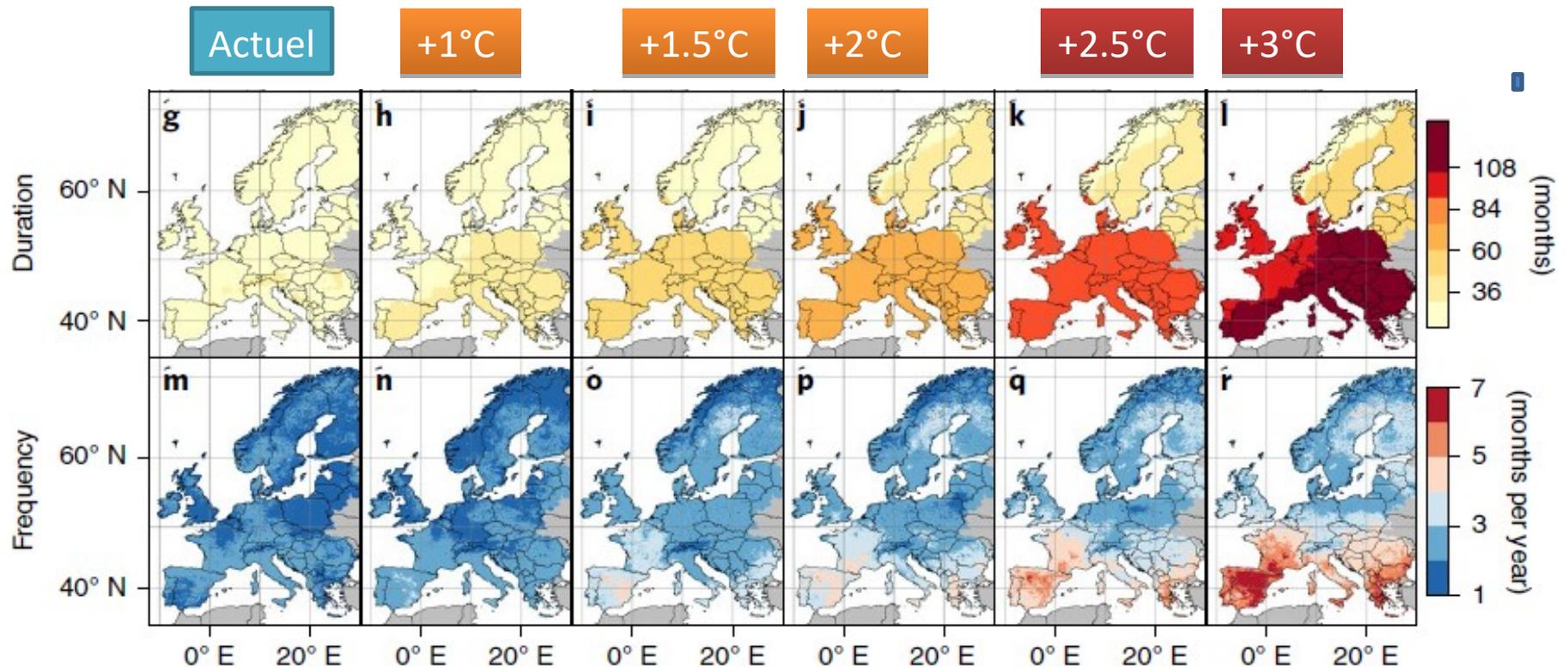
Evolution de la durée des sécheresses hydrogéologiques
(niveau de la nappe inférieure à la décennale sèche)
Horizon 2070-2100

- Forte augmentation de la durée des sécheresses en nappe
- Impact visible des zones à forts prélèvements



3. Projections climatiques en France

Evolution de la durée des sécheresses agronomiques en fonction de l'évolution de la température globale



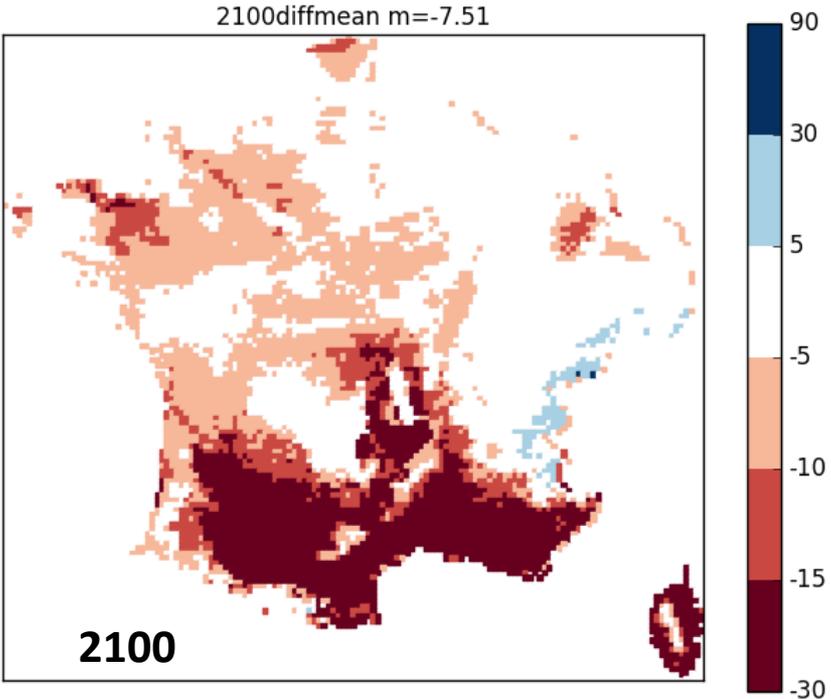
Toutes les études s'accordent sur une augmentation des sécheresses en Europe, en durée, fréquence et surface

3. Projections climatiques en France

Evolution de la capacité de remplissage de retenues de substitution (%)

Hypothèses: retenues de type collinaire, remplissage de Novembre à Mars

Moyenne multi-modèle sur 14 projections CMIP5, scénario tendanciel



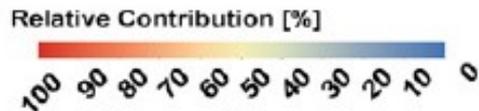
des retenues (sècheresse longue)
+
Augmentation des pertes par évaporation

Lien entre sécheresses et prélèvements

La consommation en eau est à l'origine d'une **forte intensification des sécheresses hydrologiques** entre 1960-2010 :

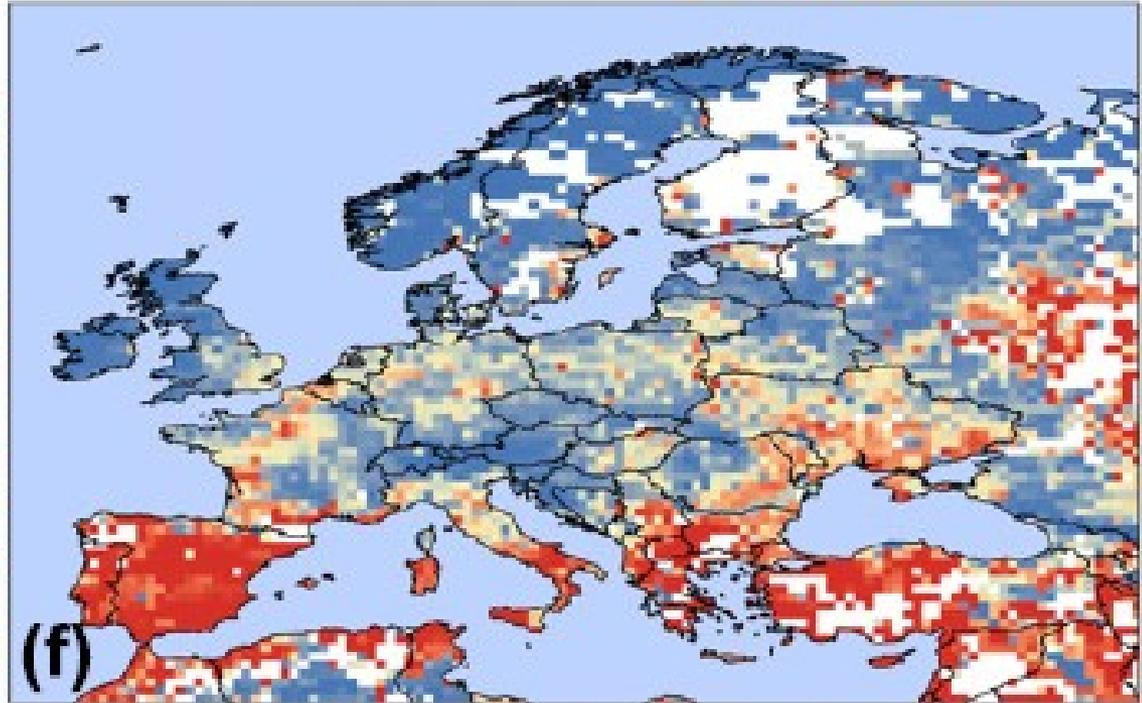
- + 27% ($\pm 6\%$) à l'échelle du globe
- + 20% ($\pm 5\%$) en Europe

Fraction du déficit lié aux prélèvements



Lors de la canicule de 2003, les prélèvements humains auraient intensifiés la sécheresse de 40 à 300%

Wada et al., ERL, 2013



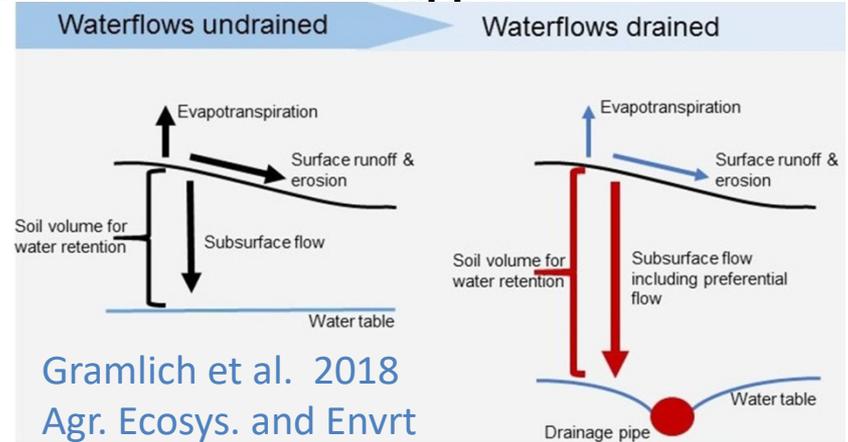
L'augmentation de l'offre (retenues) pourrait réduire marginalement la hausse de la durée des sécheresses agricoles (-4%) mais augmenterait fortement la durée des sécheresses hydrologiques (+10% en plus)

Wan, et al JGRA, 2018

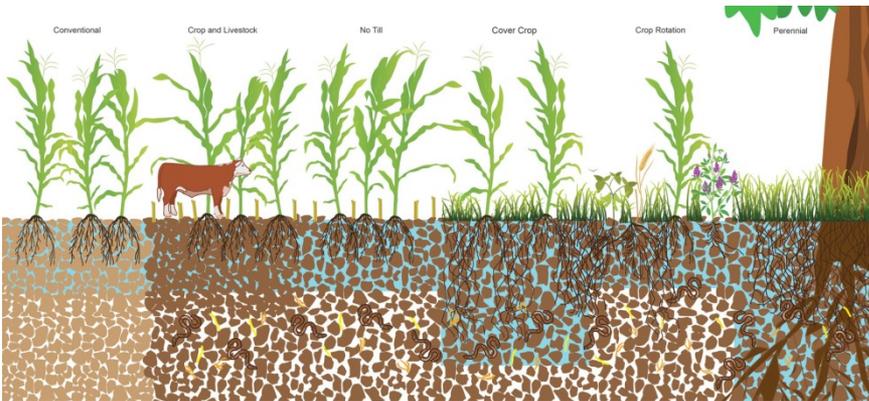
Autres solutions 1/ favoriser les stockages naturelles

Regagner des capacités de stockage d'eau dans les sols et dans les nappes

- Limiter l'imperméabilisation
- Limiter le drainage des sols



- Améliorer la qualité des sols pour augmenter leur réserve utile: réduire la compaction; augmenter le taux de matière organique



Basche , DeLonge 2019 PLoS ONE

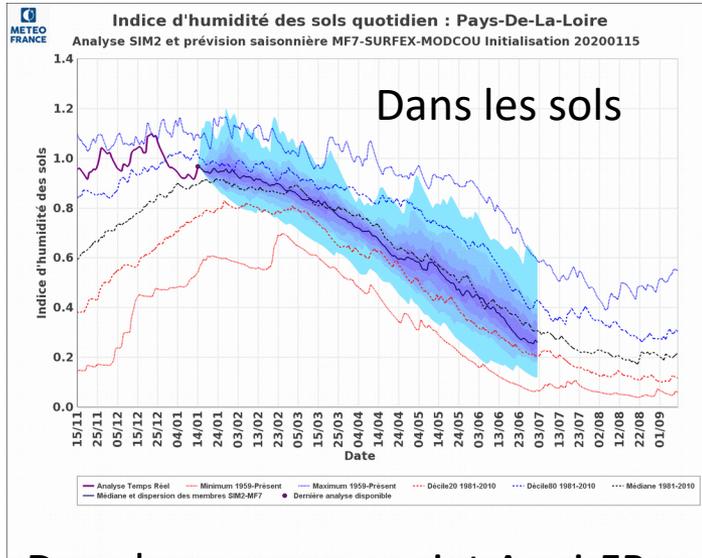
- Réduire le ruissellement et favoriser l'infiltration vers les sols et la nappe via une occupation des sols adaptée, la présence de bandes enherbées / haies / noues drainantes



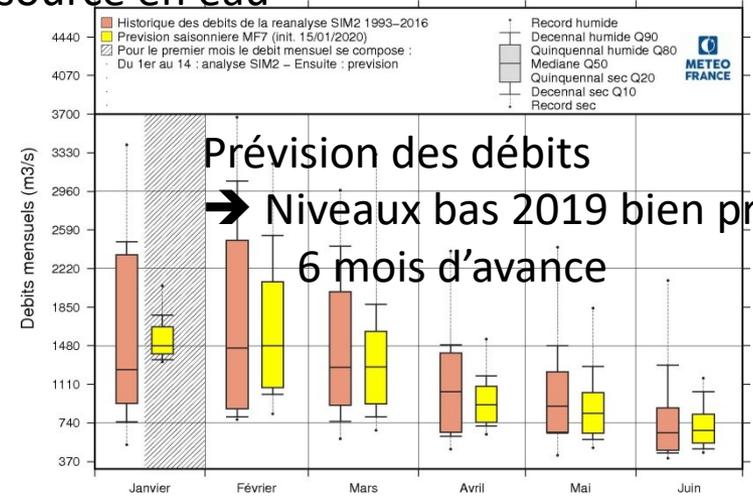
Autres solutions 2/ anticiper l'évolution de la ressource en eau

Prévisions saisonnières

Possibilité d'anticiper avec 6 mois d'avances la ressource en eau

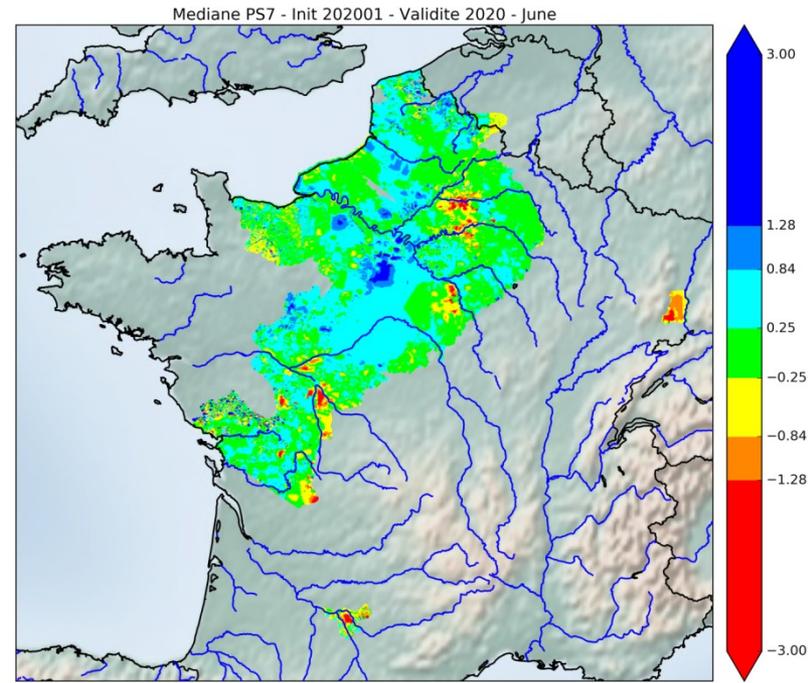
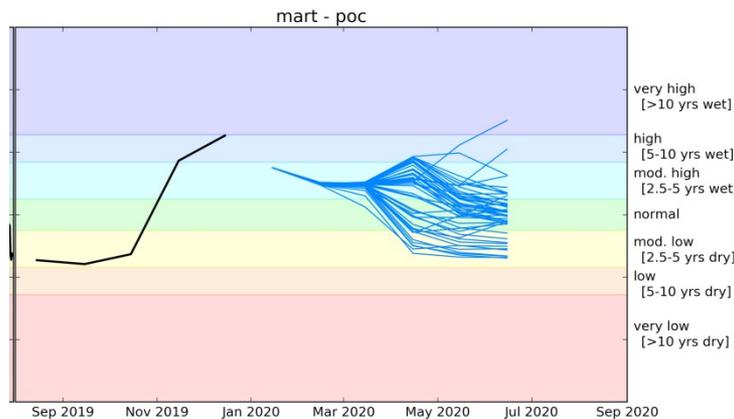


La Loire à Nantes(Virtuelle) – Prévision du 15/01/2020



Dans les nappes: projet Aquif-FR

→ bons scores obtenus à 6 mois d'échéances

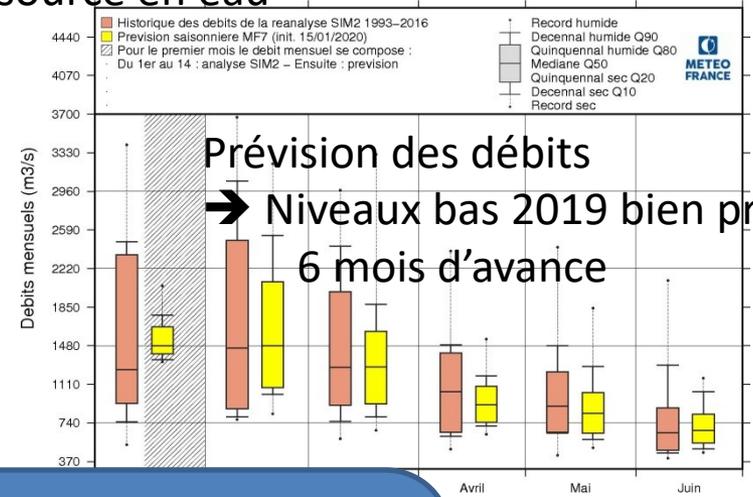
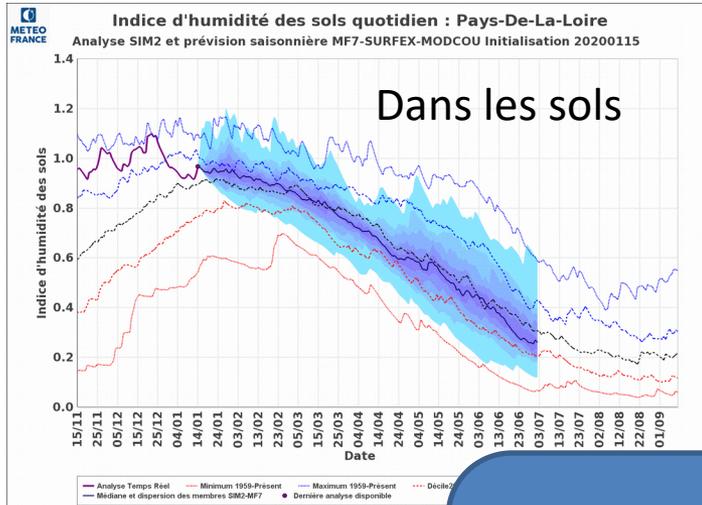


Autres solutions 2/ anticiper l'évolution de la ressource en eau

Prévisions saisonnières

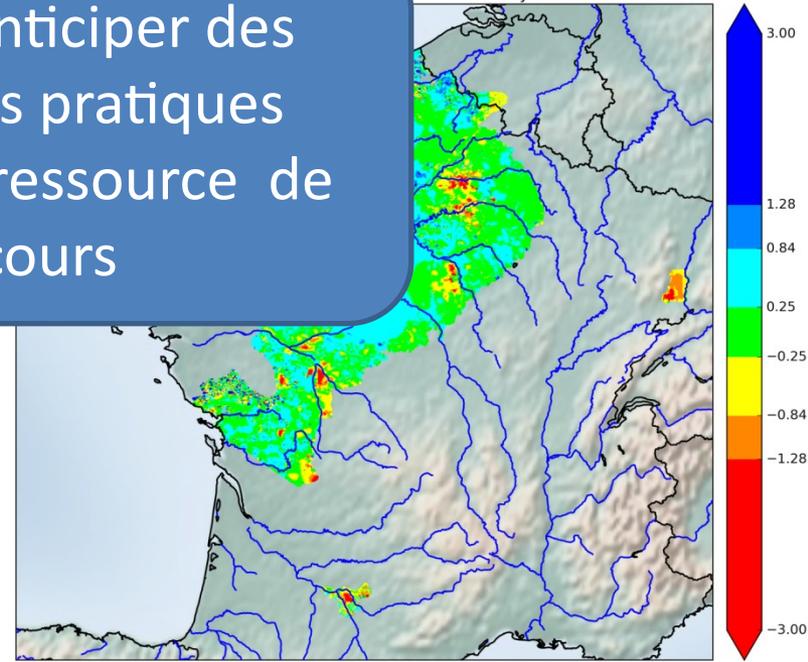
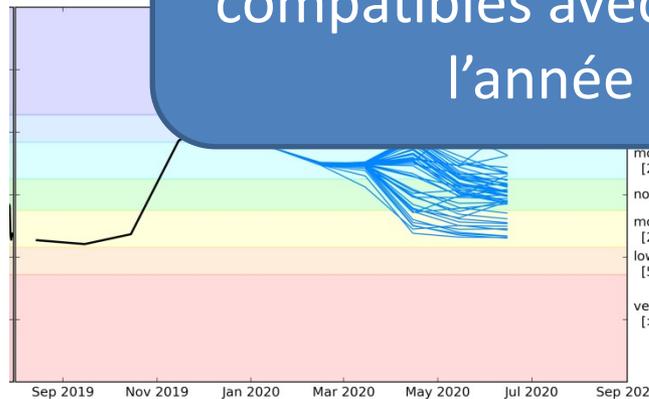
Possibilité d'anticiper avec 6 mois d'avances la ressource en eau

La Loire à Nantes(Virtuelle) – Prévision du 15/01/2020



Peut permettre d'anticiper des assolements ou des pratiques compatibles avec la ressource de l'année en cours

Dans les nappes: proj
→ bons scores obten



Le dérèglement climatique amplifie **des problèmes** concernant les aspects quantitatifs de l'eau:

- **Augmentations des précipitations intenses** : généralisation des risques d'inondation (même loin des rivières), mais aussi: érosion, transfert de polluant...
- **Augmentation de la durée et de l'intensité des sécheresses**: risque de problèmes pour l'AEP, l'irrigation, l'industrie (refroidissement), la survie des arbres et des écosystèmes

Le dérèglement climatique amplifie **des problèmes** concernant les aspects quantitatifs de l'eau:

- **Augmentations des précipitations intenses** : généralisation des risques d'inondation (même loin des rivières), mais aussi: érosion, transfert de polluant...
- **Augmentation de la durée et de l'intensité des sécheresses**: risque de problèmes pour l'AEP, l'irrigation, l'industrie (refroidissement), la survie des arbres et des écosystèmes

- Il y a une forte interaction avec la consommation en eau

« La consommation d'eau humaine est aujourd'hui une composante majeure de l'intensification des sécheresses hydrologiques » [Wada et al., ERL 2013](#)

« Il y a une limite à l'exploitation de la ressource en eau pour rester dans un équilibre planétaire offrant un environnement durable et vivable »

[The Planetary boundaries, a safe space for humanity, Rockstrom et al., Nature, 2009;](#)
[Steffen et al., 2014](#)

Le dérèglement climatique amplifie **des problèmes** concernant les aspects quantitatifs de l'eau:

- **Augmentations des précipitations intenses** : généralisation des risques d'inondation (même loin des rivières), mais aussi: érosion, transfert de polluant...
- **Augmentation de la durée et de l'intensité des sécheresses**: risque de problèmes pour l'AEP, l'irrigation, l'industrie (refroidissement), la survie des arbres et des écosystèmes

- Il y a une forte interaction avec la consommation en eau

« La consommation d'eau humaine est aujourd'hui une composante majeure de l'intensification des sécheresses hydrologiques » [Wada et al., ERL 2013](#)

« Il y a une limite à l'exploitation de la ressource en eau pour rester dans un équilibre planétaire offrant un environnement durable et vivable »

[The Planetary boundaries, a safe space for humanity, Rockstrom et al., Nature, 2009;](#)
[Steffen et al., 2014](#)

➔ En terme d'adaptation

Il faut encourager les actions ou pratiques ayant des co-bénéfices sur :

- Biodiversité
- Pollution
- Atténuation (réduction des émissions de CO2)